ECOLE
NATIONALE
VETERINAIRE
TOULOUSE

Physiologie de la lactation

La lactation

- Mammifères: évolution
- Fonction: alimentation/protection immunitaire
- Lait: importance de la production laitière des animaux domestiques Glande mammaire: organe cyclique

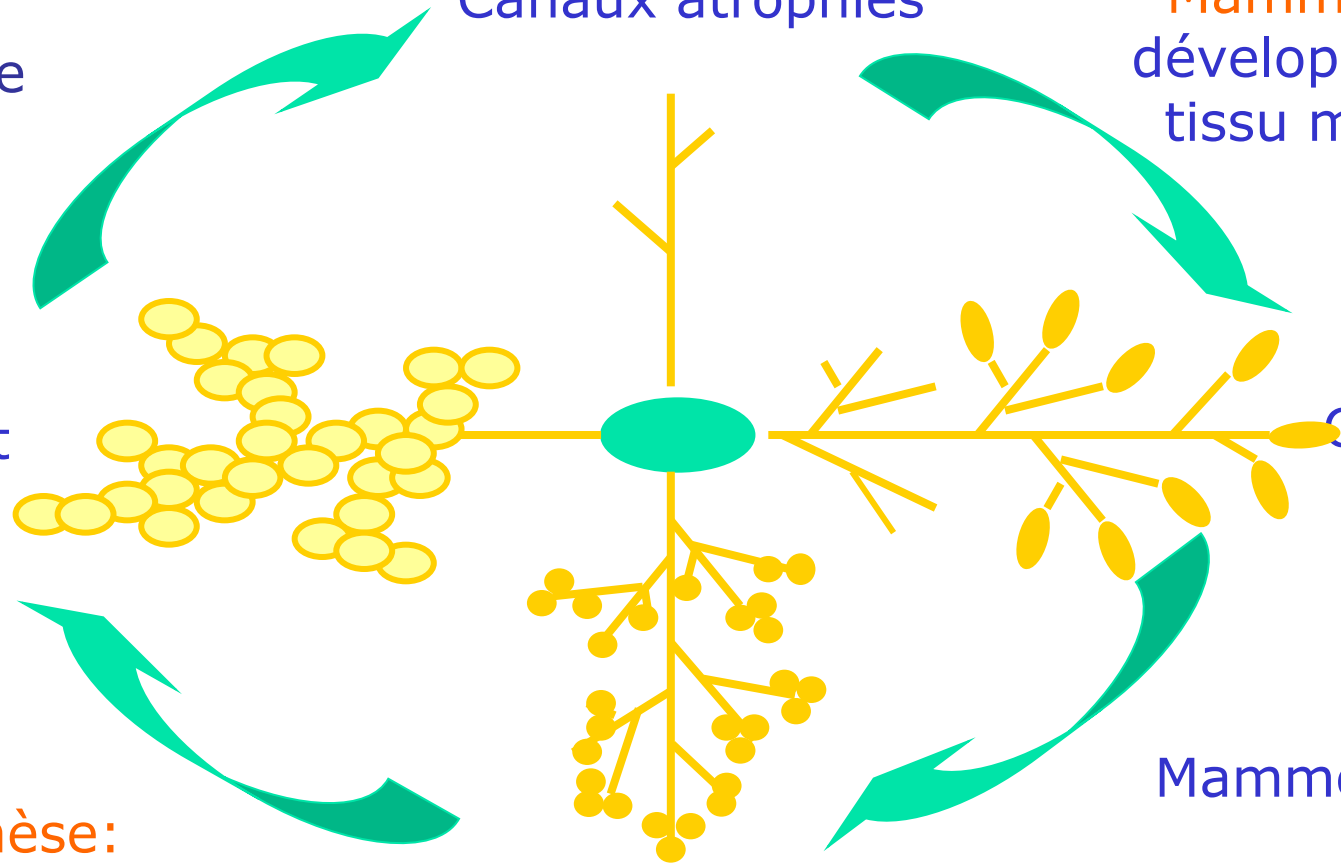
Glande mammaire:organe cyclique

Involution:
régression de la glande mammaire

Canaux atrophiés

Mammogenèse:
développement du tissu mammaire

Galactopoièse:
maintien de la synthèse de lait



Croissance des canaux

Mammogenèse

Lactogenèse:
développement de la capacité de sécrétion de lait

Croissance lobulo-alvéolaire

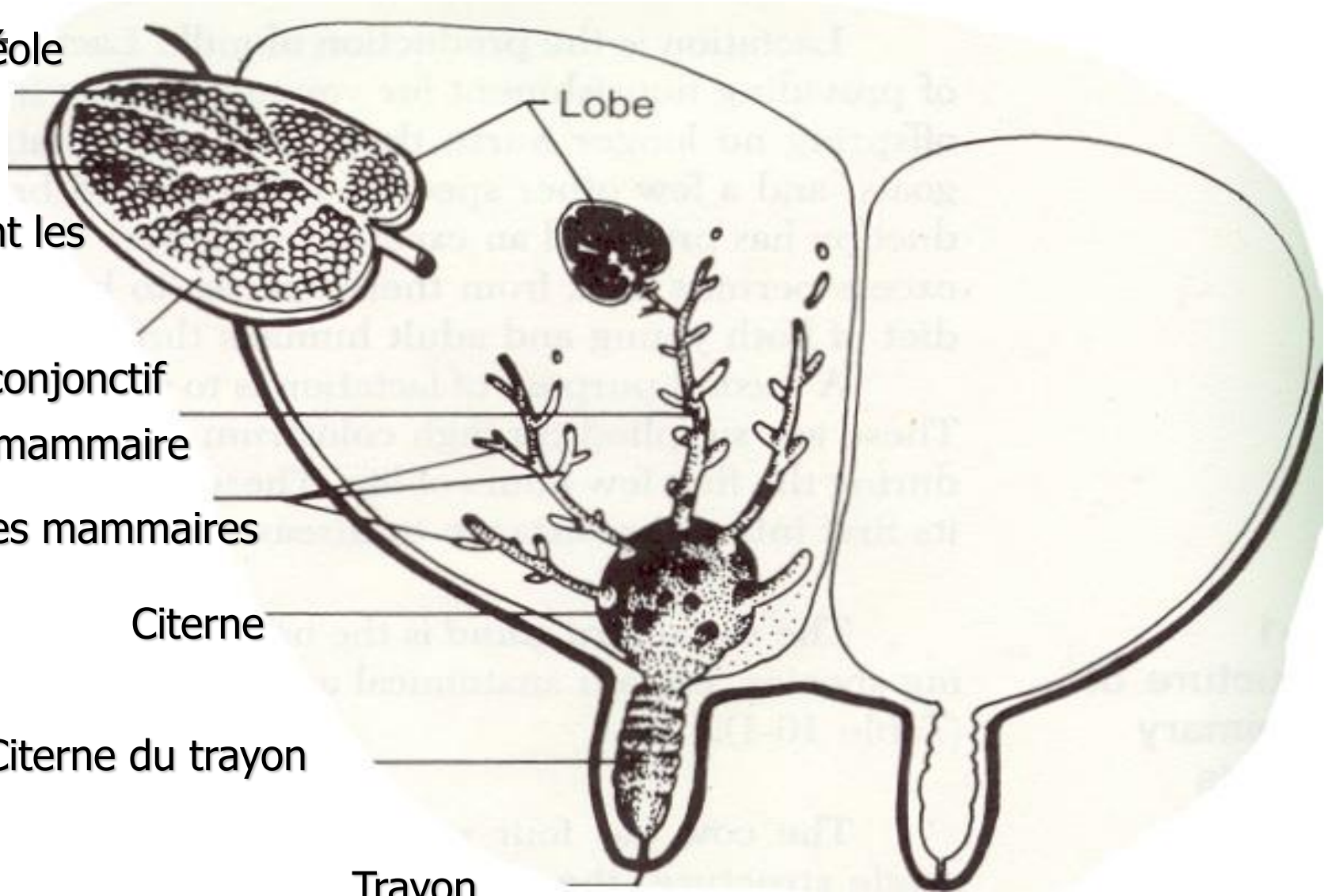
Physiologie de la lactation

- 1. **La mammogenèse**
  - 1.1. La glande mammaire
  - 1.2. Etapes du développement de la glande mammaire
  - 1.3. Contrôle hormonal de la mammogenèse
- 2. La lactogenèse
  - 2.1 Les hormones lactogènes
  - 2.2. Mécanisme d'action des hormones lactogènes
- 3. La lactation
  - 3.1. La composition du lait et du colostrum
  - 3.2. Les mécanismes de sécrétion
  - 3.3. Contrôle hormonal de la lactation

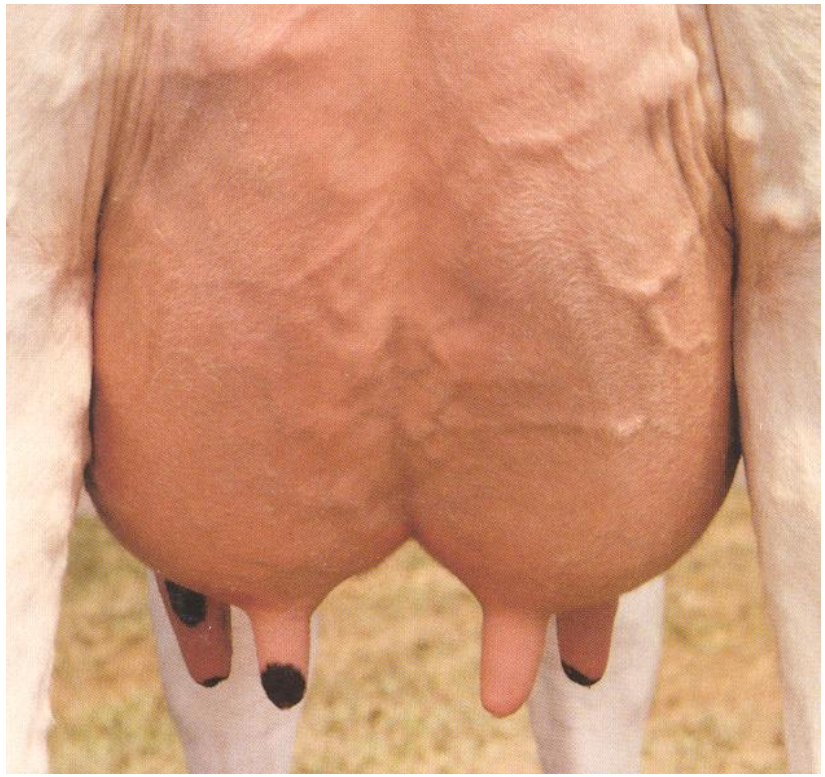
La glande mammaire

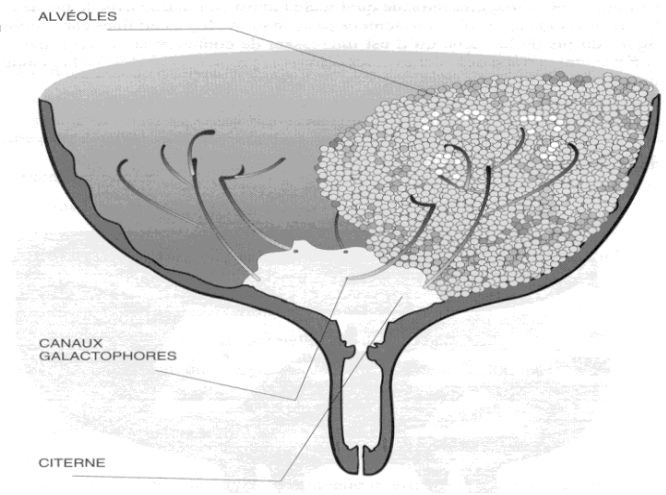
- Glande exocrine
- Les glandes mammaires : variations interspécifiques
  - Paires isolées
  - Nombre variable (cordons)
- Entité fonctionnelle indépendante

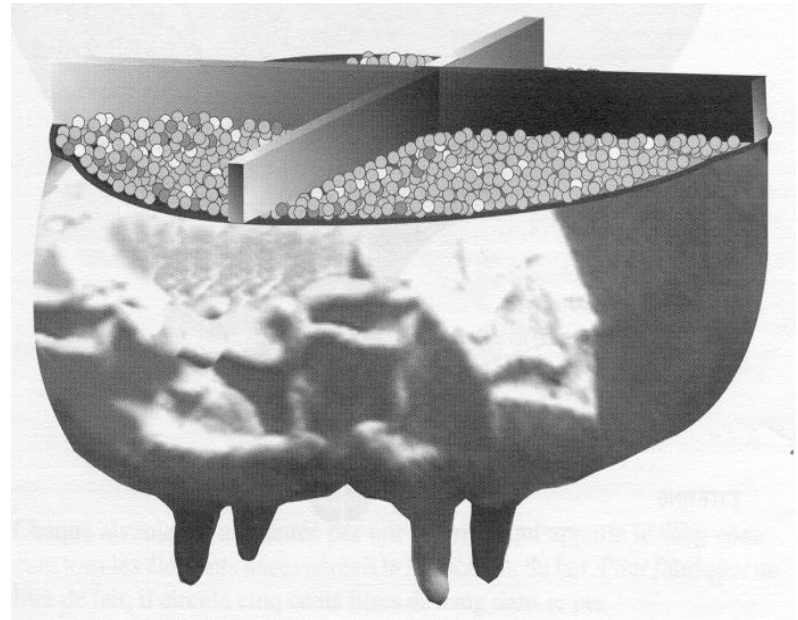
La glande mammaire



Anatomie de la glande mammaire

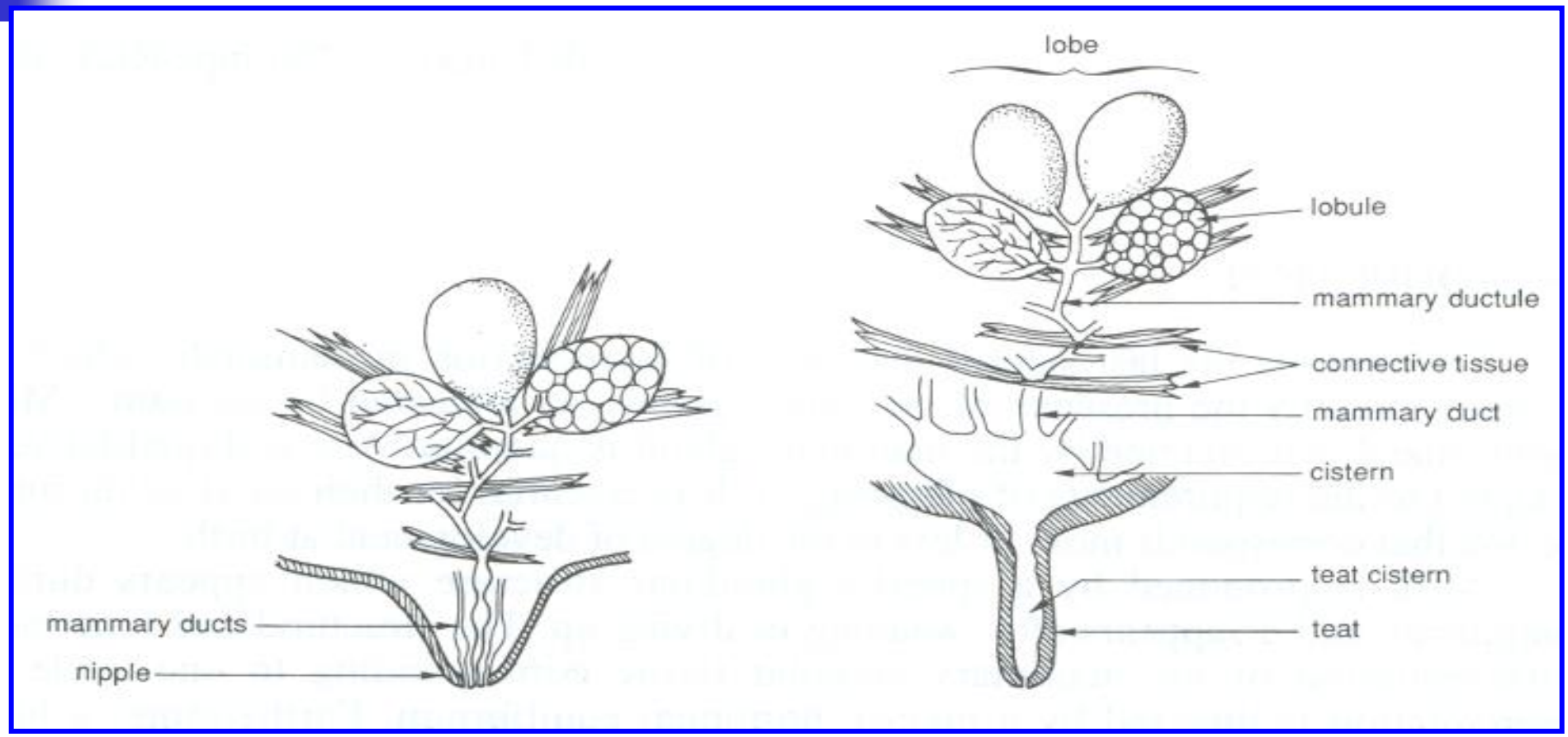






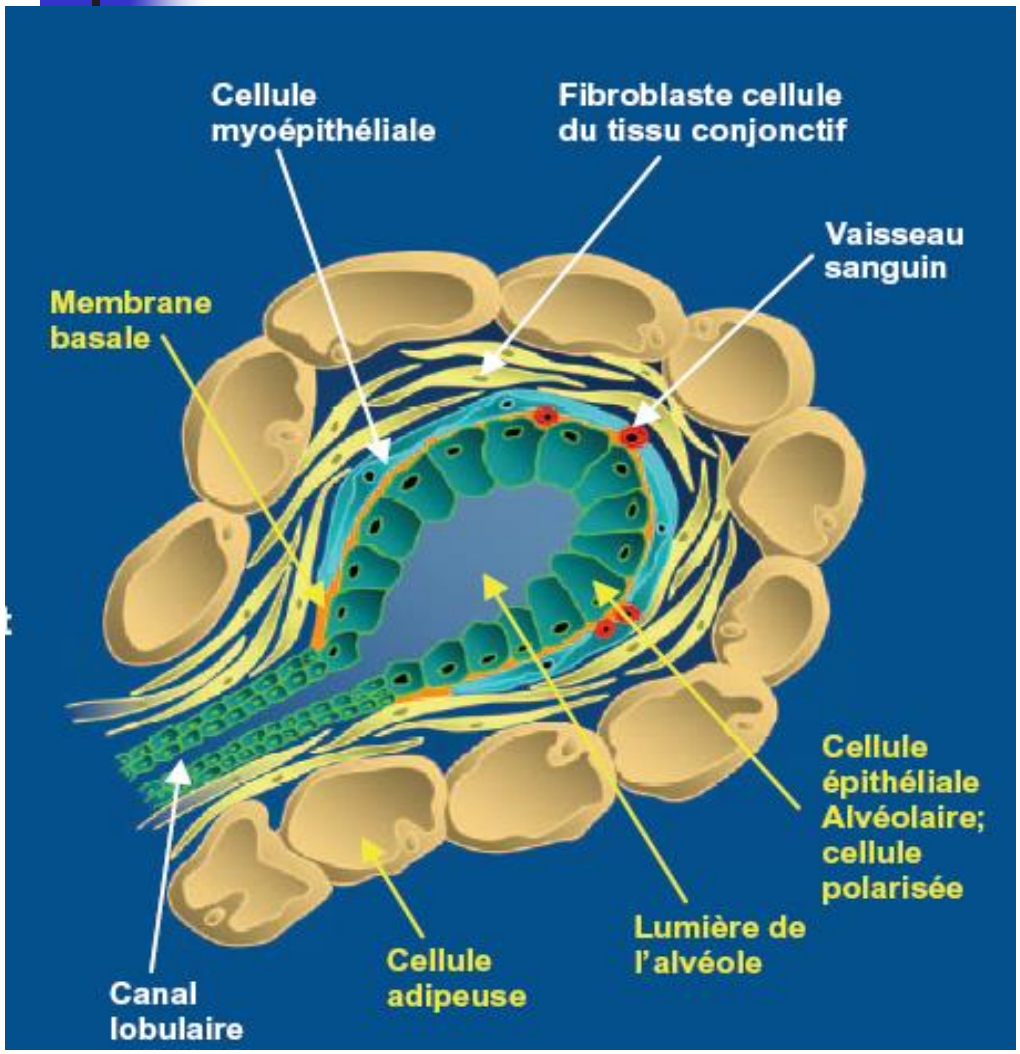
From Rex Scaramuzzi

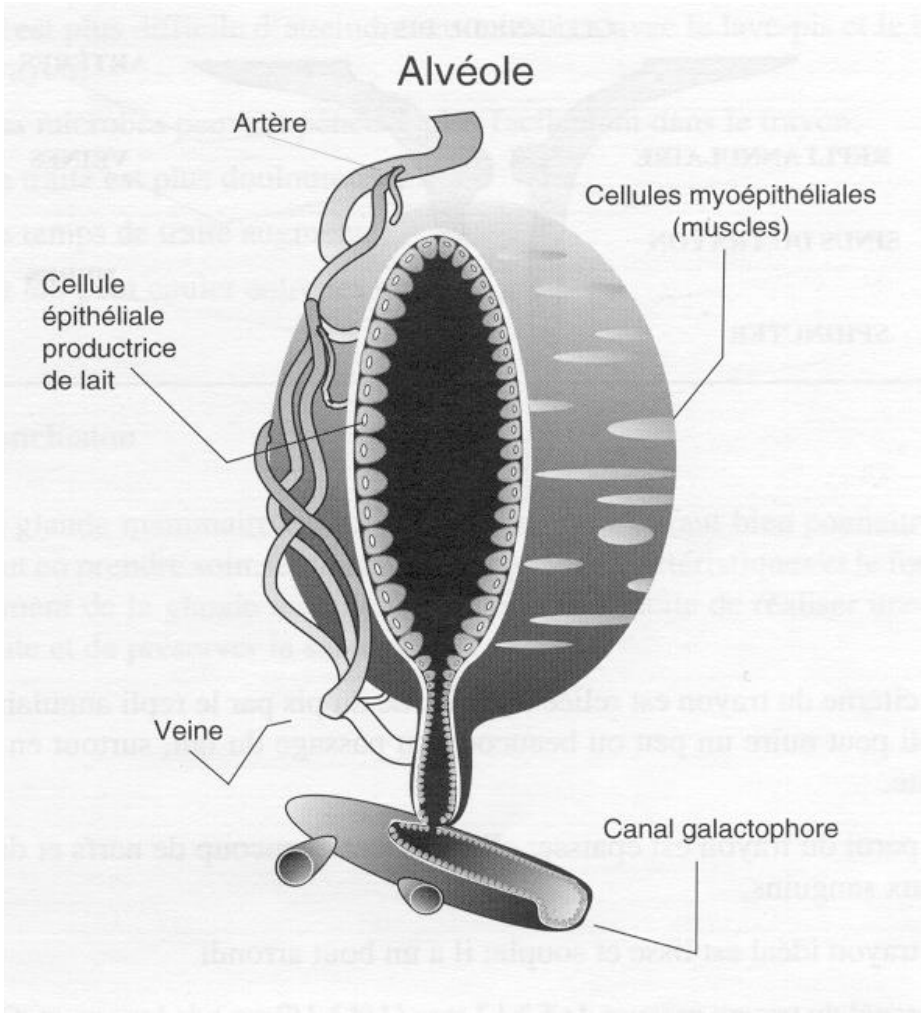
Structure de la glande mammaire



Homme **Ruminant**

Structure de la glande mammaire





From http://www.pha.ulaval.ca/

La glande mammaire: variations interspécifiques

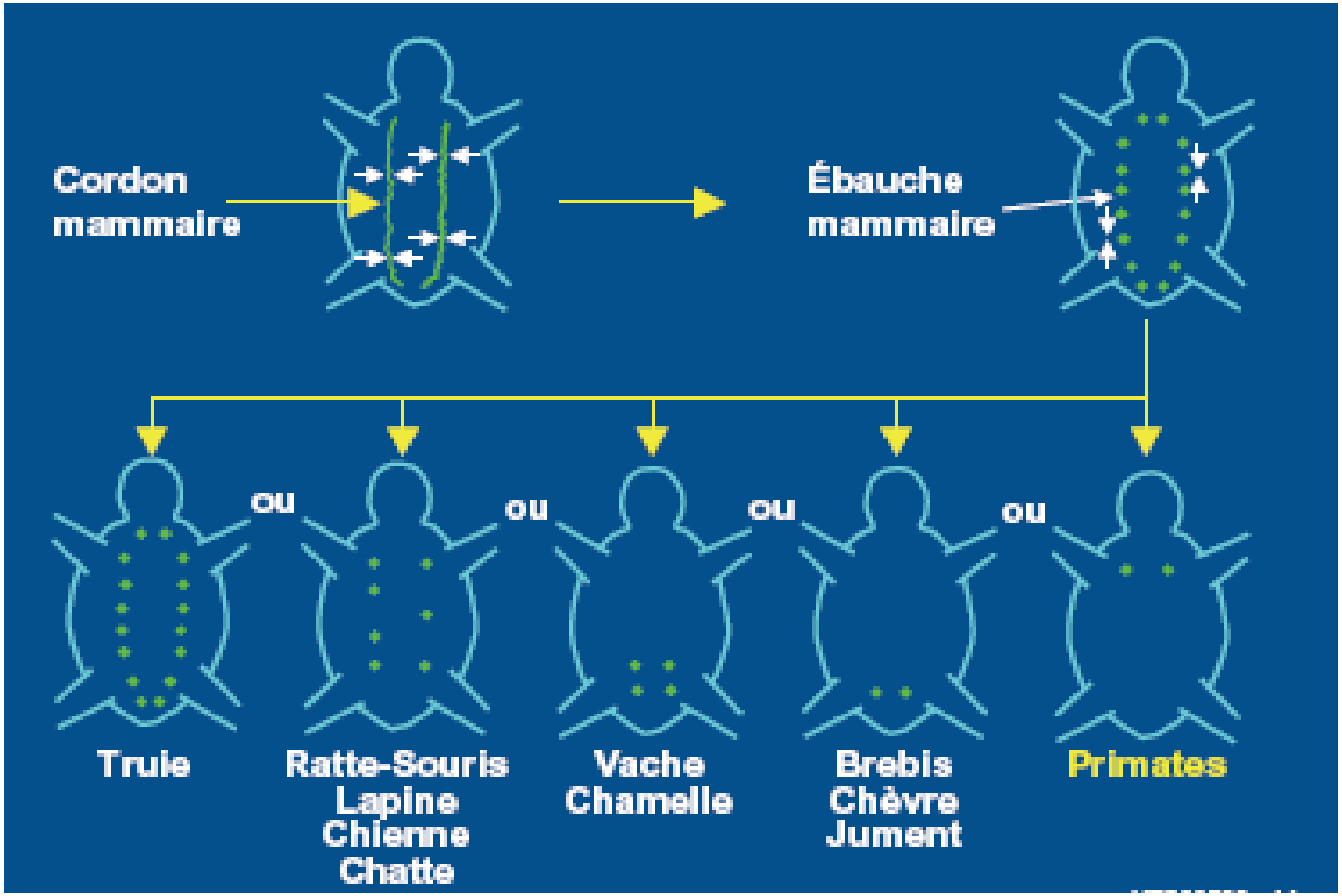
P = pectorales ; A = abdominales ; I = inguinales

Espèces	Nombre de paires	Situation : P, A, I	Forme
Jument	1	1 I	2 mamelles séparées par un léger sillon médian. Mamelon aplati ; 2 orifices (antérieure et postérieure)
Vache	2	2 I	4 mamelles volumineuses indépendantes terminées par un trayon avec orifice unique
Brebis, chèvre	1	2 I	2 mamelles assez volumineuses terminées par un trayon avec orifice unique
Truie	5-8	2 P 3-4 A 2 I	
Chienne	5	2 P 2 A 1 I	
Chatte	4	1 P 2 A 1 I	
Lapine	4-5	1 P 2-3 A 1 I	
Souris	5	1 P 2 A 2 I	
Rate	6	3 P 1 A 2 I	

Etapes de la mammogenèse

- Période foetale
  - Formation des ébauches mammaires
- Période prépubère
  - Absence de dimorphisme sexuel avant la puberté
  - Cellules sécrétrices fonctionnelles « lait de sorcière»
- Puberté
  - Développement canaliculaire
- Gestation
  - Début gestation: structure canaliculaire:10%
  - Développement lobulo-alvéolaire
  - Fin gestation: ensemble tubulo-alvéolaire (90%)
- Fin lactation
  - Involution du tissu alvéolaire

Etapes de la mammogenèse



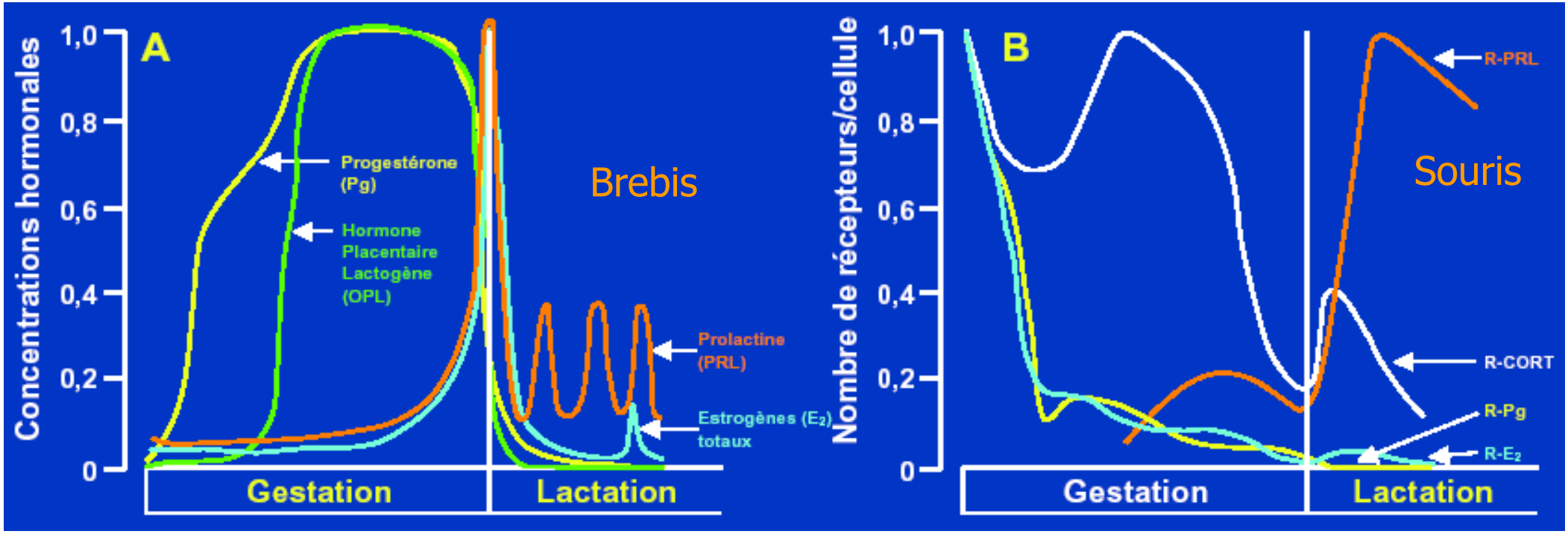
From http://www.pha.ulaval.ca/

Ébauches mammaires
5e mois de gestation

Ébauches mammaires
Naissance

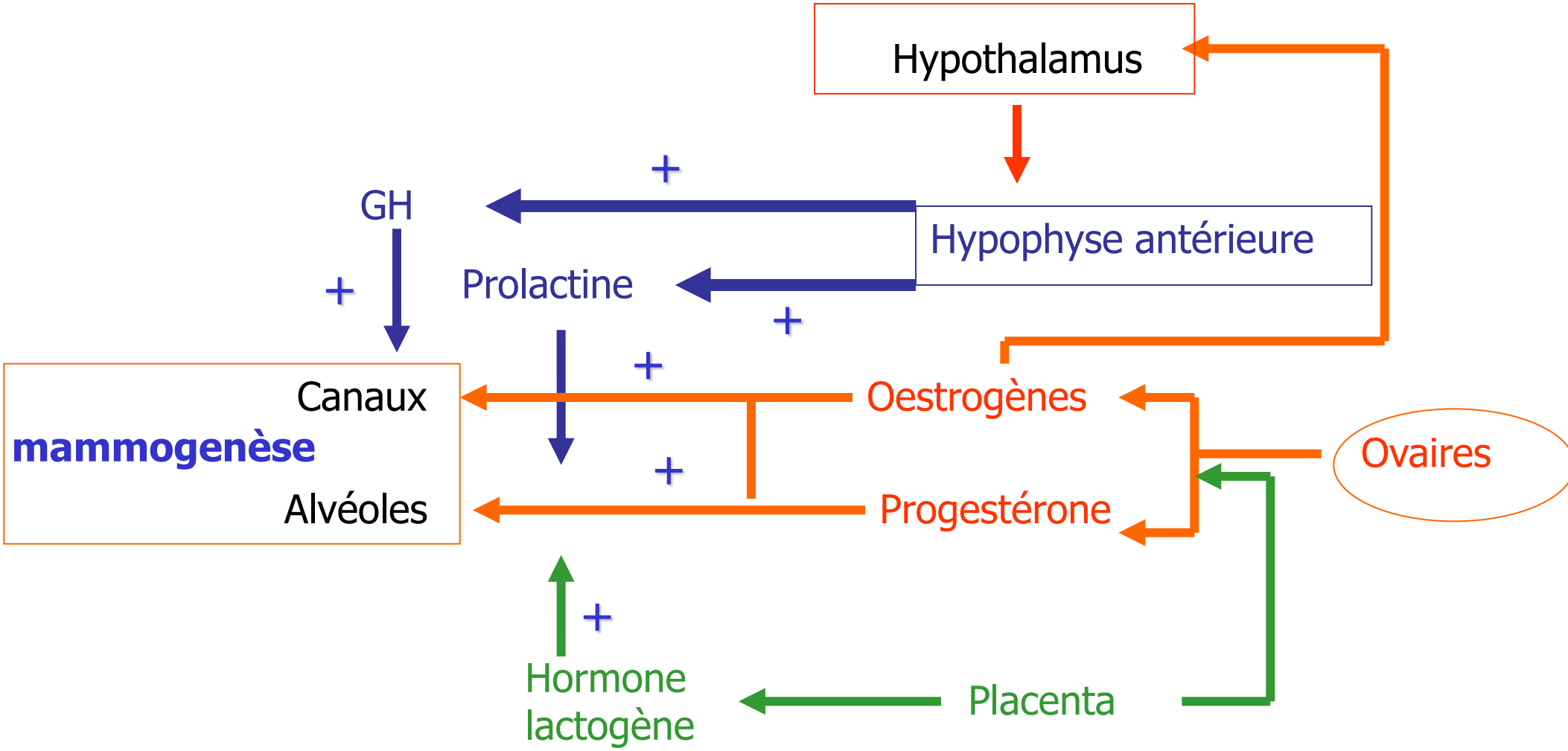
Pr Hanzen, Faculté de médecine vétérinaire, Liège

Contrôle hormonal de la mammogenèse



Les valeurs sont exprimées en proportion de la valeur la plus élevée pendant le cycle de reproduction.

Contrôle hormonal de la mammogenèse



GH: Growth Hormone

Contrôle hormonal de la mammogenèse

- Progestérone
  - Cellules épithéliales souches
  - Sensibilisation/effet mammogène PRL
  - Limite effet lactogène PRL
- Oestrogènes
  - Cellules épithéliales souches
  - Synthèse des récepteurs PRG
- Prolactine
  - Multiplication des cellules épithéliales souches
  - Développement lobulo-alvéolaire
- Hormones du métabolisme: insuline, GH
  - Action via IGFI (facteur de croissance) hépatiques

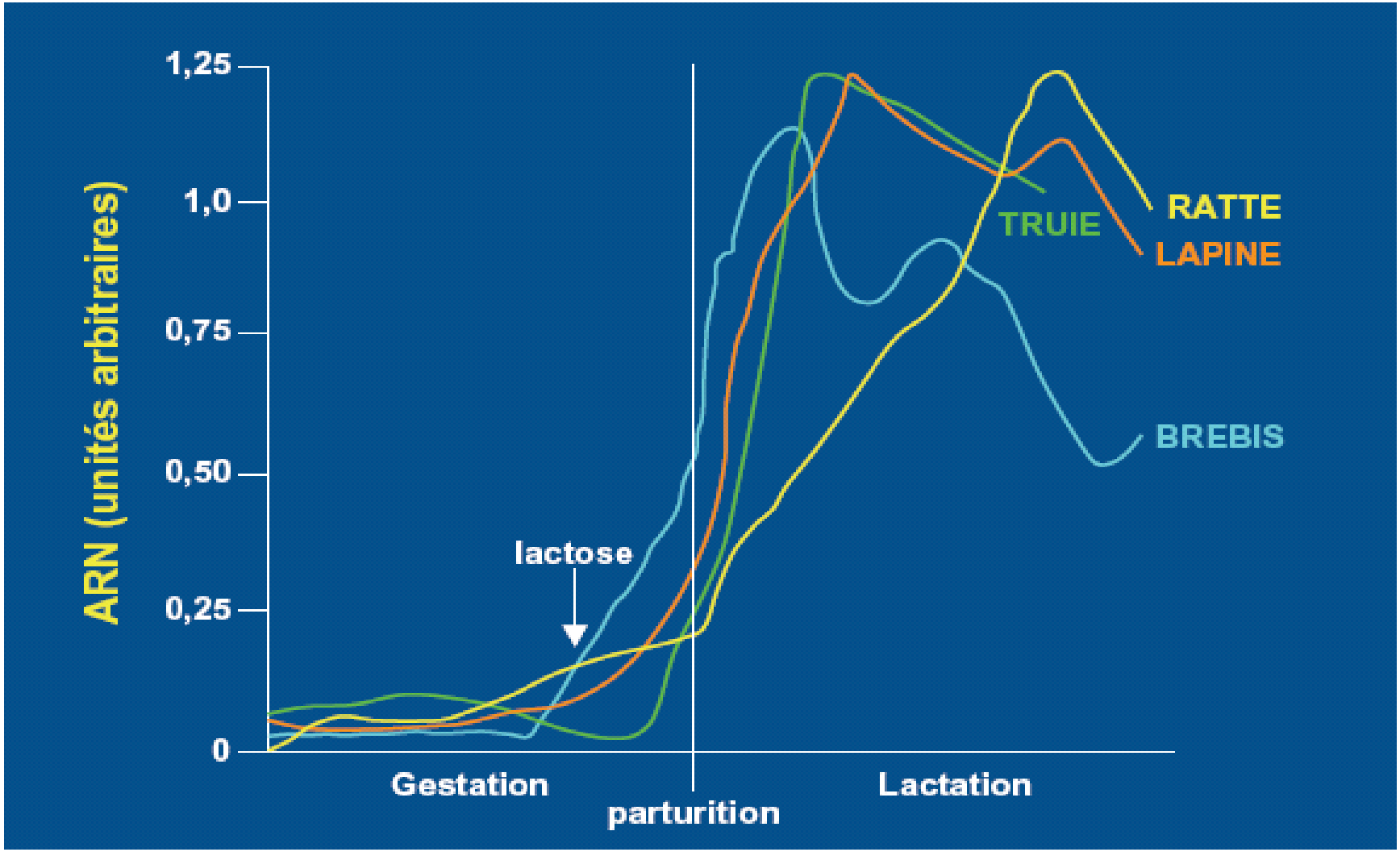
La lactation

- 1. La mammogenèse
  - 1.1. La glande mammaire
  - 1.2. Etapes du développement de la glande mammaire
  - 1.3. Contrôle hormonal de la mammogenèse
- **2. La lactogenèse**
  - 2.1 Les hormones lactogènes
  - 2.2. Mécanisme d'action des hormones lactogènes
- 3. La lactation
  - 3.1. La composition du lait et du colostrum
  - 3.2. Les mécanismes de sécrétion
  - 3.3. Contrôle hormonal de la lactation

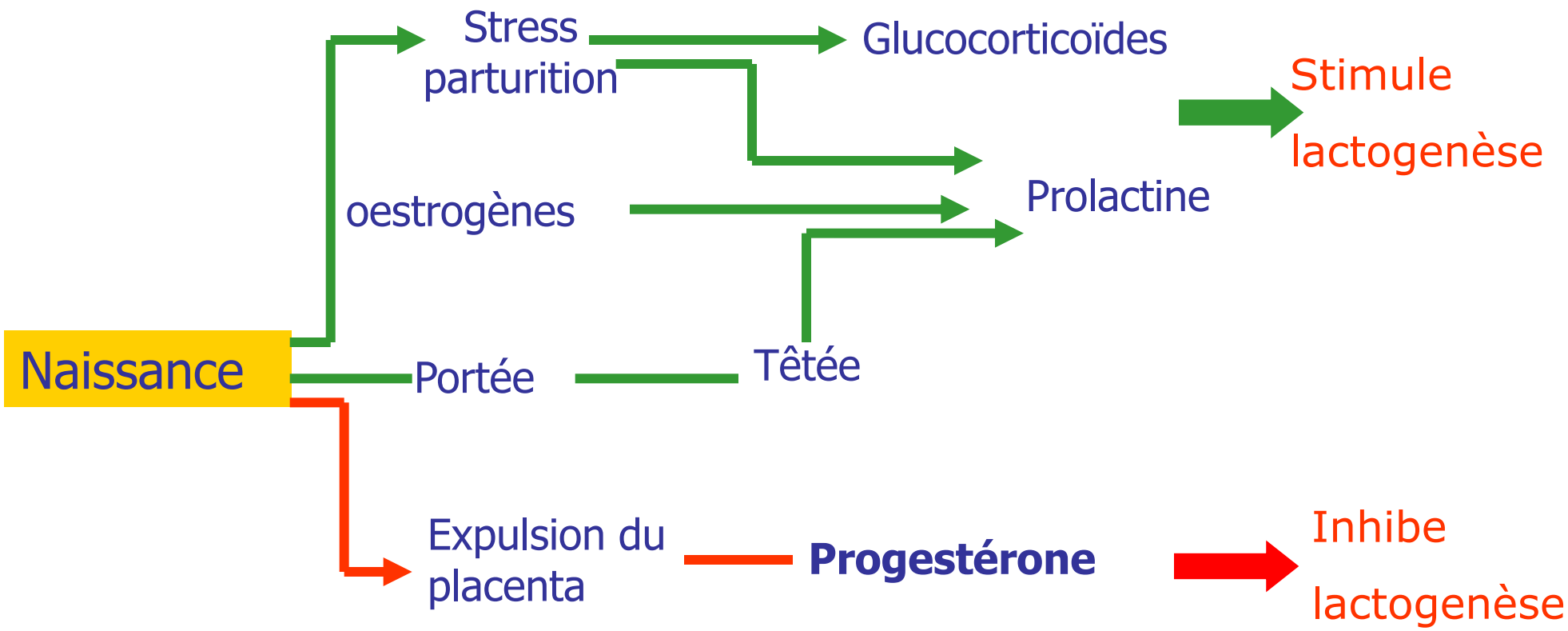
La lactogenèse

- Apparition d'une activité synthétique de la cellule mammaire pendant la mammogenèse
- Deux phases
  - Lactogenèse I
    - Gestation
    - Accumulation lait dans la lumière des alvéoles
  - Lactogenèse II
    - Après la parturition
    - Forte augmentation de la synthèse de lait

Contenu en ARN total de la glande mammaire



Contrôle hormonal de la lactogenèse



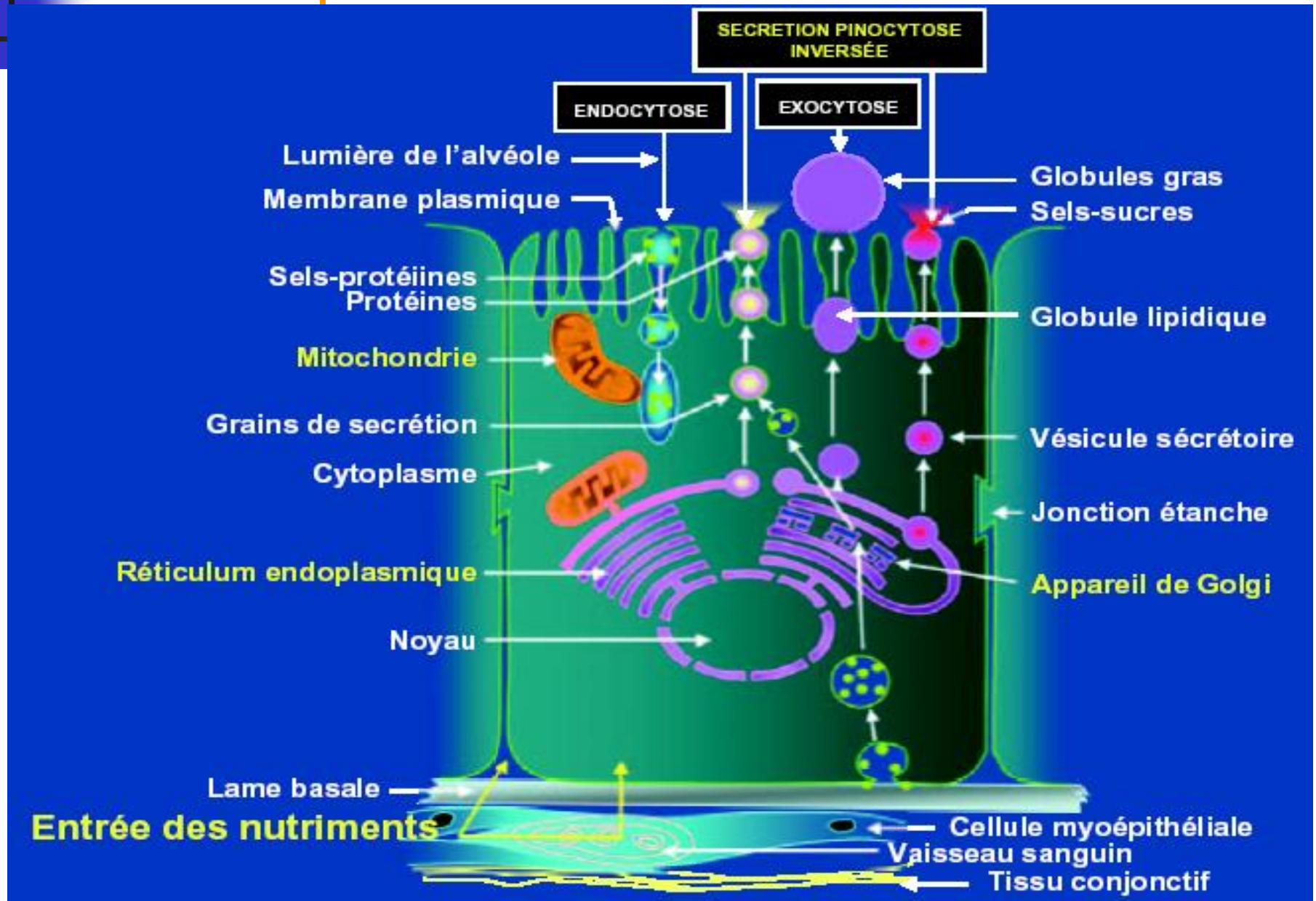
Les hormones lactogènes

- Mécanismes d'action
  - Prolactine
    - Induction de la transcription des gènes des protéines du lait et stabilité de leurs ARNm
  - Glucocorticoïdes
    - Effet synergique de la prolactine
    - Réduction de la dégradation des ARNm
  - Insuline
    - Augmente le réticulum endoplasmique

La lactation

- 1. La mammogenèse
  - 1.1. La glande mammaire
  - 1.2. Etapes du développement de la glande mammaire
  - 1.3. Contrôle hormonal de la mammogenèse
- 2. La lactogenèse
  - 2.1 Les hormones lactogènes
  - 2.2. Mécanisme d'action des hormones lactogènes
- 3. **La lactation**
  - 3.1. La composition du lait et du colostrum
  - 3.2. Les mécanismes de sécrétion
  - 3.3. Contrôle hormonal de la lactation

La cellule épithéliale mammaire



Importance de la lactation

- Métabolisme maternel
- Production: 50-120 ml/kg/j
- Croissance du jeune
  - Gain de poids: 0.2-0.5 g de poids par g de lait ingéré
- Protection contre les pathogènes
  - Cellules du système immunitaire
  - Immunoglobuline (IgG, IgA)
  - Protéine de liaison de la vitamine B12
  - Lactoferrine: limite développement bactéries
  - Importance du colostrum (1-2j après naissance)

La composition du lait

- Eau
- Protéines
  - Spécifiques du lait: caséines (α,β,κ, 80-90%)
    - Insolubles à pH 4: coagulation du lait dans estomac jeune
    - Sous forme de micelles: association avec Ca
  - Protéines plasmatiques
    - Protéines solubles du lactosérum
    - Immunoglobulines, α-lactalbumine, β-lactoglobuline, albumine sérique
    - Transferrine, lactoferrine
    - Enzymes, glycoprotéines membranaires

Composition du lait

Espèces	Graisses	Protéines	Lactose	Eau
Jument	1,9	2,5	6,2	88,8
Vache	3,7	3,4	4,8	87,3
Femme	3,8	1,0	7,0	87,6
Chèvre	4,5	3,3	4,4	86,8
Chamelle	5,4	3,9	5,1	85.6
Truie	6,8	4,8	5,5	81,2
Brebis	7,5	5,6	4,4	80,7
Ratte	10,3	8,4	2,6	79,0
Renne	16,9	11,5	2,8	68.8
Ourse polaire	33,1	10,9	0,3	52,4
Baleine	22,2	12	1,8	62,3
Phoque	**53,2**	**11,2**	**2,6**	**32,3**
Otarie	**53,3**	**8,9**	**0,1**	**37.8**

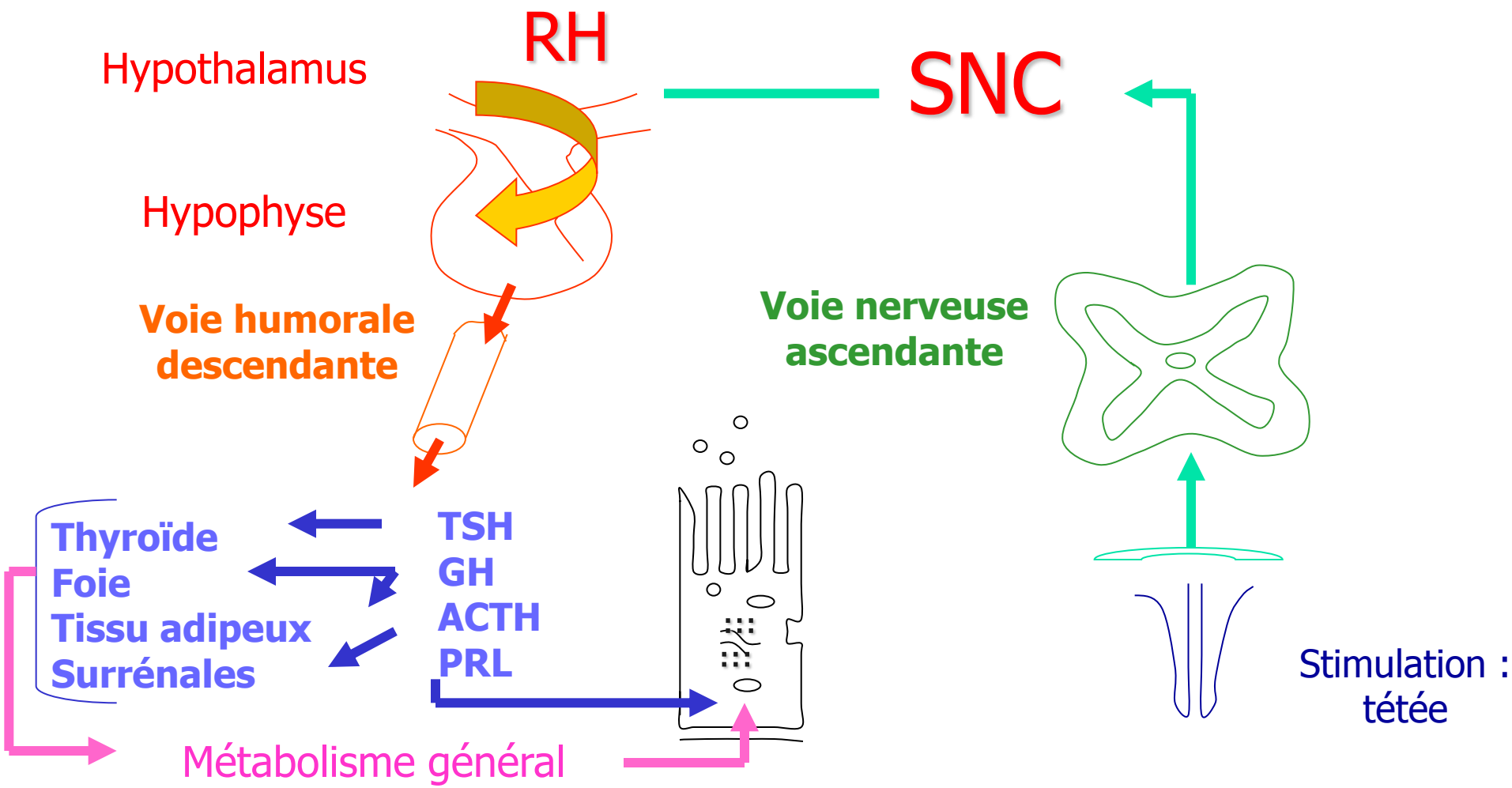
La composition du lait

- Lactose
  - Spécifique du lait
  - Hydrolyse par lactase intestinale
- Lipides
  - Variations interspécifiques (0-50%)
  - Triglycérides (80-95%)
  - Synthèse par la glande mammaire (glucose et acides gras) ou origine plasmatique
- Minéraux: Ca, Mg, Na, K, Cl

Contrôle hormonal de la lactation

- Stimulation des récepteurs sensoriels du mamelon ou du trayon
  - Réflexe neuroendocrinien d'entretien de la lactation
    - Libération des hormones hypothalamiques hypophysiotropes puis d'hormones hypophysaires :
  - Réflexe neuroendocrinien d'éjection du lait
    - Libération d'hormones hypothalamo-neurohypophysaires:

Réflexe neuroendocrinien d'entretien de la lactation



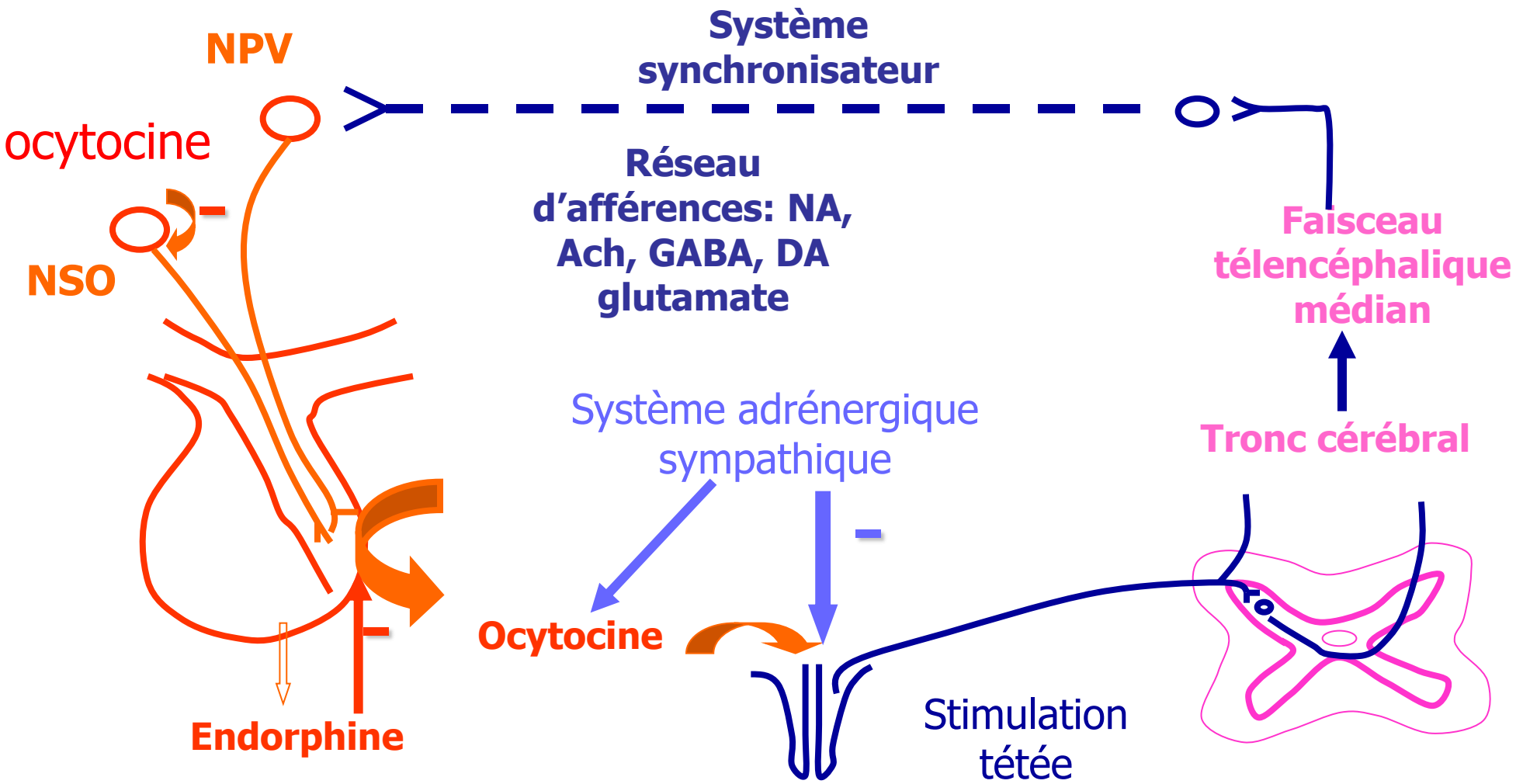
Prolactine

- Agit sur les cellules épithéliales sécrétrices
- Stimule la synthèse des protéines du lait
- Concentrations plasmatiques élevées au cours de la lactation
- Libération au cours de la têtée

Réflexe d'entretien de la lactation: réflexe galactopoïétique

- Réflexe neuroendocrinien
- Axe hypothalamo-hypophysaire
- Anté-hypophyse: prolactine
- Applications pharmacologiques: tarissement
  - Agonistes des récepteurs dopaminergiques (-PRL)
    - Cabergoline GALASTOP
    - Métergoline CONTRALAC

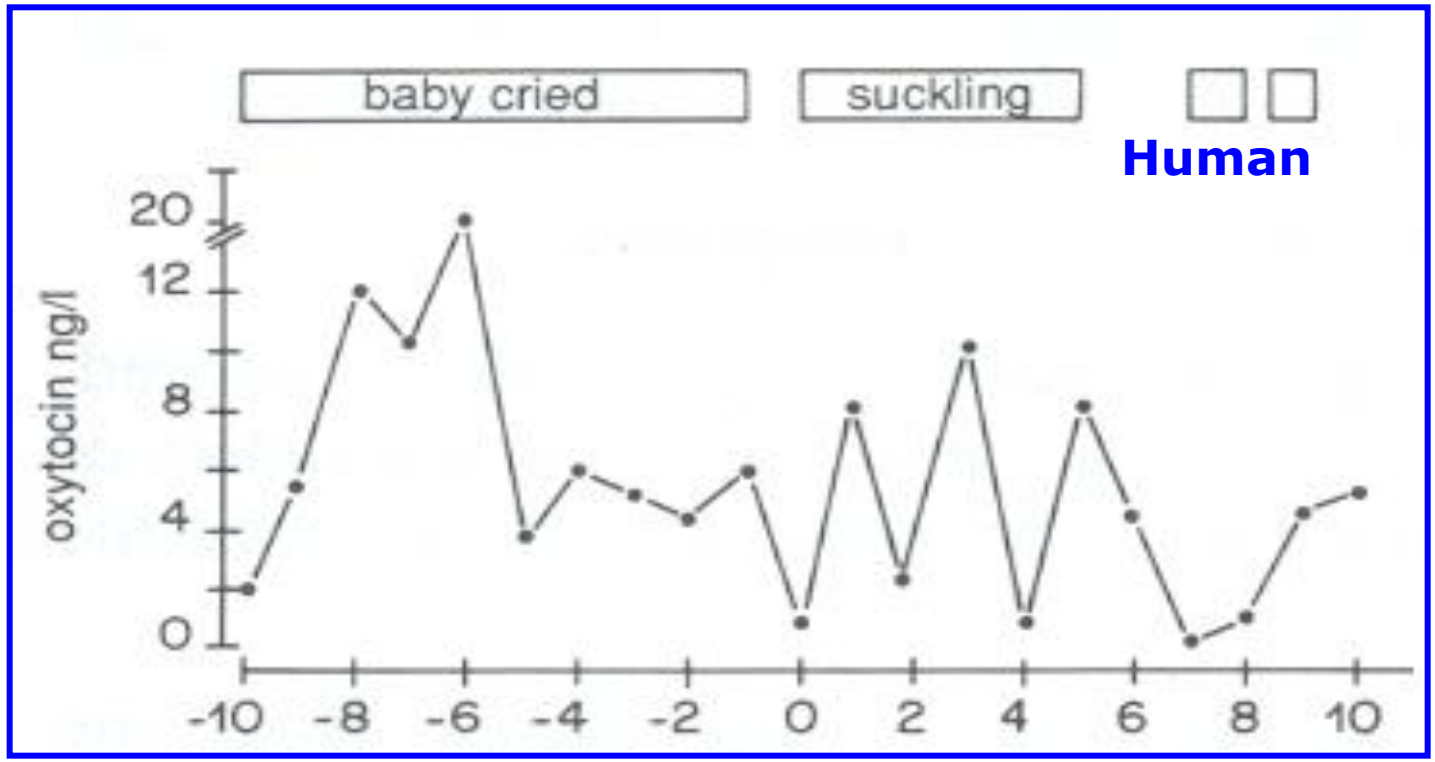
Réflexe neuroendocrinien d'éjection du lait



Réflexe d'éjection du lait: réflexe galactocinétique

- Réflexe neuroendocrinien
- Axe hypothalamo-hypophysaire
- Post-hypophyse: ocytocine
- Réflexe conditionné
- Contrôle neurones ocytocinergiques:
  - Ach (+)
  - DA (+)
  - NA (+ via Rα1, - via Rβ)
  - Sérotonine
  - Ocytocine (espaces extracellulaires)

La sécrétion d'ocytocine



Time (min)

Conclusion

- Importance production lait
- Anoestrus de lactation: facteurs alimentaires
- Sevrage, tarissement